

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
6. Oktober 2005 (06.10.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/093251 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: F04B 7/02,
9/117, 15/02, 49/06

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/002893

(22) Internationales Anmeldedatum:
18. März 2005 (18.03.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2004 015 416.3 26. März 2004 (26.03.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): PUTZMEISTER AKTIENGESELLSCHAFT
[DE/DE]; Max-Eyth-Strasse 10, 72631 Aichtal (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HOFMANN, Wilhelm
[DE/DE]; Kirchgasse 13, 61138 Niederdorfelden (DE).
HÖFLING, Stefan [DE/DE]; Händelstrasse 34, 63500
Seligenstadt (DE).

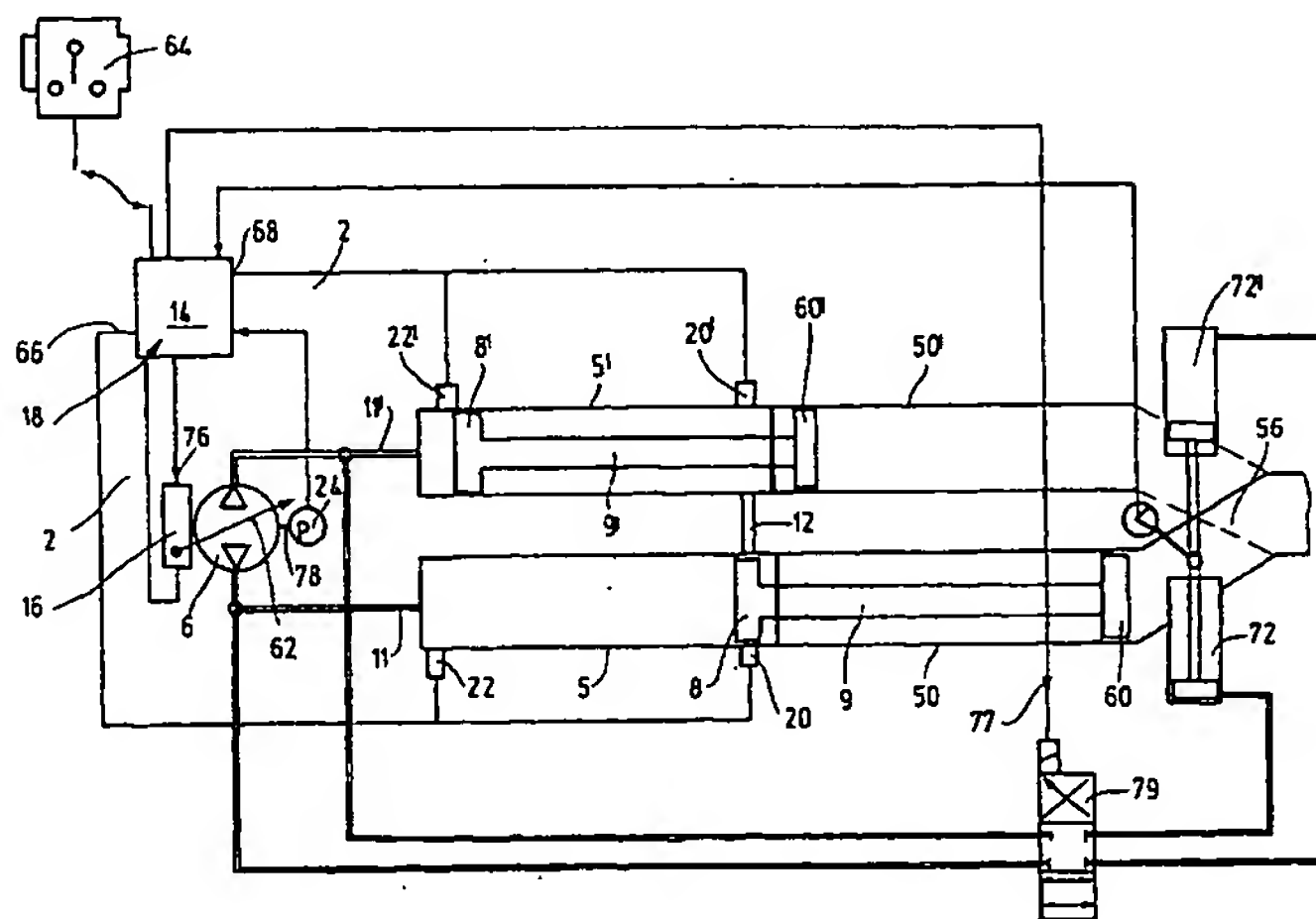
(74) Anwälte: WOLF, Eckhard usw.; Hauptmannsreute 93,
70193 Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR CONTROLLING A THICK MATTER PUMP

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR STEUERUNG EINER DICKSTOFFPUMPE



INTERNATIONAL MAIL LABEL NO.: EV68 731045505
THE COMMISSIONER OF PATENTS, P.O. BOX 1450, ALEXANDRIA, VA
22313-1450, ON THIS DATE, THE COMMISSIONER IS HEREBY AUTHORIZED
TO CHARGE ANY FEES ARISING HEREFROM AT ANY TIME TO DEPOSIT
ACCOUNT 16-0877.

12/01/05
DATE
Signature
SIGNATURE

WO 2005/093251 A1

(57) Abstract: The invention relates to a device and a method for controlling a two-cylinder thick matter pump comprising delivery pistons that are actuated in a push-pull manner by means of a hydraulic reversing pump (6) and hydraulic drive cylinders controlled by said pump. For each pressure stroke, the delivery cylinders (50, 50') are connected to a delivery line (58) by means of a pipe junction (56). At the end of a pressure stroke, a reversal process of the reversing pump (6) and the pipe junction (56) is triggered. The aim of the invention is to obtain a targeted reversal of the reversal pump and the pipe junction, even when the deliverable quantity is varied, whereby the delivery cylinders are completely emptied without piston strokes in the drive cylinders. To this end, a computer-assisted reversal device is provided, said device comprising a measuring and evaluating routine for detecting the temporal displacement course of the piston along the path thereof between the two cylinder ends, by measurement and/or calculation, and for calculating a triggering time derived therefrom for the subsequent reversal of the reversing pump and the pipe junction.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Steuerung einer Zweizylinder-Dickstoffpumpe, deren Förderkolben mittels einer hydraulischen Reversierpumpe (6) und über diese angesteuerter hydraulischer Antriebszylinder im Gegentakt betätigt werden. Die Förderzylinder (50, 50') werden bei jedem Druckhub über

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL,

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

eine Rohrweiche (56) mit einer Förderleitung (58) verbunden. Bei Beendigung eines jeden Druckhubs wird ein Umsteuervorgang der Reversierpumpe (6) und der Rohrweiche (56) ausgelöst. Um auch bei Änderung der Fördermenge eine gezielte Umsteuerung der Reversierpumpe und der Rohrweiche zu erreichen, bei denen eine vollständige Entleerung der Förderzylinder ohne Kolbensschläge in den Antriebszylindern gewährleistet ist, wird gemäß der Erfindung vorgeschlagen, dass eine rechnergestützte Umsteuereinrichtung vorgesehen ist, die eine Mess- und Auswerteroutine zur messtechnischen und/oder rechnerischen Erfassung des zeitlichen Bewegungsablaufs der Kolben auf ihrem Weg zwischen den beiden Zylinderenden sowie zur Berechnung eines hieraus abgeleiteten Auslösezeitpunkts für die nächste Umsteuerung der Reversierpumpe und der Rohrweiche aufweist.

10/558938

- 1 -

IAP15 Rec'd PCT/PTO 01 DEC 2005

Vorrichtung und Verfahren zur Steuerung einer Dickstoffpumpe**Beschreibung**

- 5 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Steuerung einer Dickstoffpumpe mit zwei über stirnseitige Öffnungen in einen Materialaufgabebehälter mündenden, mittels einer hydraulischen Reversierpumpe und über diese angesteuerter hydraulischer Antriebszylinder im Gegentakt betätigbaren Förderzylindern, mit einer innerhalb des Materialaufgabebehälters
10 angeordneten, eintrittsseitig abwechselnd an die Öffnungen der Förderzylinder anschließbaren und die jeweils andere Öffnung freigebenden und austrittsseitig mit einer Förderleitung verbundenen, hydraulisch betätigbaren Rohrweiche, wobei bei jedem Förderhub in mindestens zwei in vorgegebenen Abständen voneinander und von den stangen- und/oder bodenseitigen
15 Enden der Antriebszylinder befindlichen Sensorpositionen das Vorbeilaufen der Kolben erfaßt und bei Beendigung eines Förderhubs ein Umsteuervorgang der Reversierpumpe und der Rohrweiche ausgelöst wird.

- Es ist eine Vorrichtung zur Steuerung einer Zweizylinder-Dickstoffpumpe
20 dieser Art bekannt (DE 195 42 258), bei welcher die Endlagen der Kolben der Antriebszylinder mittels Zylinderschaltensensoren zur Erzeugung von Endlagensignalen abgreifbar sind. Die Durchflussumkehr der Reversierpumpe ist dort über die Endlagensignale der Antriebszylinder auslösbar. In der Praxis werden die Endlagensignale üblicherweise über die beiden stangenseitigen
25 Zylinderschaltensensoren ausgelöst. Beim Umsteuern der Reversierpumpe und der Rohrweiche kommt es immer wieder zu Problemen, wenn beispielsweise über eine Fernsteuerung unterschiedliche Fördermengen gefahren werden sollen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Umsteuerung der Reversierpumpe nicht momentan erfolgt. Es bedarf vielmehr einer gewissen Umschaltzeit, innerhalb der die in einer Reversierpumpe vorhandene Schrägscheibe durchgefahren werden kann. Die Umschaltzeiten liegen bei gängigen Reversierpumpen bei ca. 0,1 sec. Bei einem Zwei-Sekunden-Hub ent-
30

- 2 -

5 spricht diese Umschaltdauer etwa 5 % der Hubstrecke. Hinzu kommen weitere Verzögerungszeiten, beispielsweise für die Umschaltung der Relais, die in der gleichen Größenordnung liegen können. Dies bedeutet, dass für das Umsteuern der Reversierpumpe je nach Kolbengeschwindigkeit Strecken
10 errechnet werden, die entweder zu einem Anschlagen der Kolben am Boden oder zu einer unvollständigen Entleerung der Zylinder führen können. Aus diesem Grund wurden schon bisher die Zylinderschaltensensoren zur Signalisierung des Kolbendurchlaufs im Bereich der Endpositionen im Abstand vom stangen- oder bodenseitigen Ende der Zylinder angeordnet. Wenn also der
15 Kolben die Sensorposition durchläuft, steht immer noch eine Kolbenlaufstrecke für die Umschaltung zur Verfügung. Bei bekannten Zweizylinder-Dickstoffpumpen wurde die Position der Zylinderschaltensensoren so gewählt, dass bei maximal möglicher Kolbengeschwindigkeit eine Umsteuerung der Reversierpumpe möglich war, die gerade zu einem Bodenkontakt des Kol-
20 bens geführt hat. Wenn der Kolben langsamer läuft, führt dies aufgrund der konstanten Umschaltdauer der Reversierpumpe und der Ansprechzeit der Relais dazu, dass die Kolben während dieser Zeit nicht ganz bis zum benachbarten Boden laufen. Im Zylinder verbleibt also immer eine Restmenge Beton, die bei einem Kolbenhub nicht aus dem Zylinder herausgefördert
25 wird. Dies kann zu einem Aushärten des Betons und zu Stopfern führen. Bei Einkreisumpen wird mit ein und derselben Hydraulikpumpe auch die Rohrweiche umgesteuert. Dies muß exakt in der Zeit erfolgen, in der die Kolben am bodenseitigen oder stangenseitigen Ende angelangt sind. Nur dann ist der Pumpendruck für die Umsteuerung der Rohrweiche ausreichend. Ein
30 besonderes Problem der Einkreispumpe besteht also darin, dass die Zeitpunkte der Umsteuerung der Reversierpumpe, des Anhaltens der Kolben und der Umsteuerung der Rohrweiche exakt aufeinander abgestimmt werden müssen. Bei Zweikreisumpen, bei welchen die Rohrweiche über einen Druckspeicher umgesteuert wird, sind die Abstimmungsprobleme zwar etwas geringer. Gleichwohl ist jedoch auch hier durch eine geeignete Abstimmung dafür zu sorgen, dass der Kolben den Zylinder vollständig abfährt, um unerwünschte Restmengen in den Zylindern zu vermeiden.

- 3 -

Ausgehend hiervon liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Steuerung einer Dickstoffpumpe der eingangs angegebenen Art zu entwickeln, womit ein vollständiges Entleeren der Zylinder bei jedem Kolbenhub möglich ist und dennoch ein unerwünschtes Anschlagen der Kolben an den Enden der Antriebszylinder vermieden wird.

Zur Lösung dieser Aufgabe werden die in den Ansprüchen 1 und 6 angegebenen Merkmalskombinationen vorgeschlagen. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Die erfindungsgemäße Lösung geht von dem Gedanken aus, dass mit mindestens zwei an beliebigen Stellen der Arbeitszylinder angeordneten Zylinderschaltensensoren, die im Abstand voneinander und von den beiden Endlagen angeordnet sind, eine Bewegungserfassung der Antriebskolben möglich ist, die unter Zuhilfenahme einer rechnergestützten Umsteuereinrichtung mit geeigneter Software eine vollständige Erfassung des Bewegungsablaufs der Kolben entlang der Arbeitszylinder und damit eine Lösung des vorstehend angegebenen Problems erlauben. Um dies zu erreichen, wird gemäß der Erfindung primär vorgeschlagen, dass die rechnergestützte Umsteuereinrichtung eine Mess- und Auswerteroutine zur messtechnischen und/oder rechnerischen Erfassung des zeitlichen Bewegungsablaufs der Kolben auf ihrem Weg zwischen den beiden Zylinderenden sowie zur Berechnung eines hieraus abgeleiteten Auslösezeitpunkts für eine Umsteuerung der Reversierpumpe und der Rohrweiche aufweist.

Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Mess- und Auswerteroutine einen Algorithmus zur zeitlichen Erfassung des Kolbendurchgangs am Ort der Zylinderschaltensensoren sowie zur Berechnung eines hieraus abgeleiteten Auslösezeitpunkts für eine Umsteuerung der Reversierpumpe und der Rohrweiche bei jedem Kolbenhub unter Berücksichtigung

- 4 -

einer vorgegebenen oder berechneten Bremszeit der Kolben bis zum jeweiligen Anschlag am Zylinderende aufweist. Die Bremszeit der Kolben setzt sich im Wesentlichen zusammen aus der Ansprechzeit der Umsteuerrelais und der Durchschaltzeit der Reversierpumpe.

5

Bei konstanter Betriebsweise ohne Fördermengenwechsel kann jedem Zeitintervall, das als Referenzwert für die Geschwindigkeit gemessen wird, ein Auslösezeitpunkt für die Umsteuerung der Reversierpumpe und der Rohrweiche zugeordnet werden. Die Zeiterfassung kann in diesem Fall beispielsweise über den Umschaltimpuls für die Rohrweiche erfolgen. Der Abstand zwischen zwei Rohrweichenumschaltungen entspricht dann der Hubdauer. Unter Berücksichtigung der gemessenen Hubdauer wird beim Durchgang des Kolbens durch einen der beiden Zylinderschaltensensoren dann der Auslösezeitpunkt für die Umsteuerung bestimmt. Dieser Wert ist bei ein und derselben Pumpenbauart etwa konstant. Eine Besonderheit ergibt sich, wenn die Fördermenge innerhalb eines Pumpenhubs verändert wird. In diesem Fall muß die neue Fördermenge berücksichtigt und in eine entsprechende Restlaufzeit umgerechnet werden, um den exakten Auslösezeitpunkt zu ermitteln.

20

Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht demgemäß vor, dass die Mess- und Auswerteroutine einen Algorithmus zur Berechnung der Geschwindigkeit der Kolben auf ihrem Weg zwischen den Zylinderschaltensensoren und eines hieraus abgeleiteten Auslösezeitpunkts für die Umsteuervorgänge unter Berücksichtigung einer vorgegebenen oder berechneten Bremszeit der Kolben bis zu den jeweiligen Endanschlägen in den Zylindern aufweist.

25

Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Mess- und Auswerteroutine auf vorzugsweise an einem Fernsteuerorgan eingestellte Vorgabewerte für die Fördermenge der Reversierpumpe anspricht und einen Algorithmus zur Bestimmung des Verlaufes der Kolbengeschwindigkeit und

30

- 5 -

des daraus abgeleiteten nächsten Auslösezeitpunkts für die Umsteuervorgänge nach Maßgabe der augenblicklich eingestellten Vorgabewerte aufweist. Dabei ist es von besonderem Vorteil, wenn die Mess- und Auswertoroutine einen Algorithmus zur Bestimmung der Bremszeit oder des Bremswegs der Kolben nach Maßgabe der momentan gemessenen oder berechneten Kolbengeschwindigkeit und eines daraus abgeleiteten Auslösezeitpunkts für die Umschaltvorgänge aufweist.

Verfahrensgemäß wird gemäß der Erfindung primär vorgeschlagen, dass der zeitliche Bewegungsablauf der Kolben auf ihrem Weg zwischen den beiden Zylinderenden gemessen und/oder berechnet und daraus der jeweils nächste Auslösezeitpunkt für die Umsteuervorgänge abgeleitet wird. Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass die Kolbendurchgänge am Ort der Zylinderschaltensensoren in zeitlicher Relation zueinander erfaßt werden und dass daraus der Auslösezeitpunkt für die jeweils folgende Umsteuerung der Reversierpumpe und der Rohrweiche unter Berücksichtigung einer vorgegebenen oder berechneten Bremszeit der Kolben bis zum jeweiligen Endanschlag am Zylinder berechnet wird. Dabei kann die Geschwindigkeit der Kolben auf ihrem Weg zwischen den ausgewählten Zylinderschaltensensoren berechnet und hieraus der nächste Zeitpunkt für die Umsteuervorgänge abgeleitet werden.

Eine weitere bevorzugte Verfahrensweise besteht darin, dass der zeitliche Bewegungsablauf der Kolben über ferngesteuerte Vorgabewerte für die Fördermenge geändert wird und dass aus dem nach Maßgabe der Vorgabewerte berechneten Bewegungsablauf der Kolben unter Berücksichtigung einer hierdurch modifizierten Bremszeit der nächste Auslösezeitpunkt für die Umsteuervorgänge abgeleitet wird. Dazu kann es zweckmäßig sein, dass die Bremszeit oder der Bremsweg der Kolben aus der gemessenen oder berechneten momentanen Kolbengeschwindigkeit unter jeweiliger Berücksichtigung der gerätespezifischen Ansprech- und Umschaltzeiten der Reversier-

- 6 -

pumpe ermittelt und daraus der jeweils nächste Auslösezeitpunkt berechnet wird.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand eines in der Zeichnung in schematischer Weise dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen

- Fig. 1 einen Ausschnitt aus einer Zweizylinder-Dickstoffpumpe in teilweise geschnittener schaubildlicher Darstellung;
- 10 Fig. 2 ein Schaltschema einer rechnergestützten Antriebshydraulik für die Zweizylinder-Dickstoffpumpe;
- Fig. 3 einen Ausschnitt aus Fig. 2 mit einigen Maßangaben für die Berechnung eines bevorzugten Auslösezeitpunkts;
- 15 Fig. 4 ein Geschwindigkeits-/Zeit-Diagramm der Kolbenbewegung entlang den Antriebszylindern;
- Fig. 5 ein Flussdiagramm der Mess- und Auslöseroutine.

20

Die in Fig. 2 und 3 dargestellte Steuerungsanordnung ist für eine Dickstoffpumpe entsprechend Fig. 1 bestimmt. Die Dickstoffpumpe weist zwei Förderzylinder 50,50' auf, deren stirnseitige Öffnungen 52 in einen Materialaufgabebehälter 54 münden und abwechselnd während des Druckhubs über eine Rohrweiche 56 mit einer Förderleitung 58 verbindbar sind. Die Förderzylinder 50,50' werden über hydraulische Antriebszylinder 5,5' und eine Reversierhydropumpe 6 im Gegentakt angetrieben. Zu diesem Zweck sind die Förderkolben 60,60' der Förderzylinder 50,50' mit den Kolben 8,8' der Antriebszylinder 5,5' über eine gemeinsame Kolbenstange 9,9' verbunden.

30

Die Antriebszylinder 5,5' werden bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel bodenseitig über Hydraulikleitungen 11,11' des Hydraulikkreislaufs mit Hilfe der

- 7 -

Reversierpumpe 6 mit Drucköl beaufschlagt und sind an ihrem stangenseitigen Ende über eine Schaukelölleitung 12 hydraulisch miteinander verbunden. Die Bewegungsrichtung der Antriebskolben 8,8' und damit der gemeinsamen Kolbenstange 9,9' wird dadurch umgekehrt, dass die Durchflussrichtung der Reversierpumpe 6 über einen Computer 14 und einen Verstellmechanismus 16 enthaltende Umsteuereinrichtung 18 umgekehrt wird. Die Reversierpumpe 6 weist zu diesem Zweck eine Schrägscheibe 62 auf, die bei der Umsteuerung durch ihre Nulllage hindurchgeschwenkt wird, so dass sich die Förderrichtung des Drucköls in den Hydraulikleitungen 11,11' umkehrt. Die Fördermenge der Reversierpumpe 6 kann bei vorgegebener Drehzahl eines nicht dargestellten Antriebsmotors durch den Schwenkwinkel der Schrägscheibe 62 variiert werden. Der Schwenkwinkel der Schrägscheibe 62 kann dabei über ein Fernsteuergerät 64 mit Unterstützung des Computers 14 verstellt werden.

Die Umsteuerung der Reversierpumpe und der Rohrweiche 56 erfolgt, sobald die Kolben 8, 8' der Antriebszylinder 5, 5' ihre Endlage erreichen. Die Umsteuereinrichtung verwertet Ausgangssignale der jeweils im Abstand von den stangenseitigen und bodenseitigen Enden der beiden Antriebszylinder 5,5' angeordneten Zylinderschaltensensoren 20,22 und 20',22', die ausgangsseitig mit dem Rechner 14 der Umsteuereinrichtung 18 verbunden sind. Die Zylinderschaltensensoren sprechen auf die beim Pumpbetrieb vorbeilaufenden Antriebskolben 8,8' an und signalisieren dieses Ereignis an den Rechnereingang 66,68. Beim Auftreten der Ausgangssignale wird in der Umsteuereinrichtung zeitverzögert ein Umsteuersignal 76 ausgelöst, das die Reversierpumpe 6 über den Verstellmechanismus 16 umsteuert. Im Zuge des Umsteuervorgangs wird außerdem über ein Signal 77 eine Umsteuerung der Rohrweiche 56 über das Wegeventil 79 und die Plungerzylinder 72,72' ausgelöst. Im Normalbetrieb werden primär die Signale der stangenseitigen Zylinderschaltensensoren 20,20' zur Erzeugung eines Umsteuersignals verwendet. Dazu weist der Rechner 14 eine Mess- und Auswerteroutine 40 (vgl. Fig. 5) auf, in welcher die Ausgangssignale der stangenseitigen Zylinderschalt-

- 8 -

sensoren 20,20' unter Bildung eines Umsteuersignals 76,77 für die Reversierpumpe 6 und/oder die Rohrweiche 56 ausgewertet werden.

Im Folgenden werden anhand der Fig. 3 und 4 die der Mess- und Auswertearoutine 40 zugrunde liegenden Berechnungsmethoden näher erläutert.

In Fig. 3 sind die stangenseitigen Zylinderschaltensensoren 20,20' mit S_1 und S_2 bezeichnet. Dementsprechend sind die Sensorpositionen vom bodenseitigen Ende der Antriebszylinder aus mit X_{S1} und X_{S2} bezeichnet, während die Nutzlänge des Zylinders, die sich aus der Zylinderlänge abzüglich Kolbenlänge errechnet, mit X_{Zyl} bezeichnet ist. Hierbei handelt es sich um den maximalen Kolbenhub. Die Positionen X_{S1} , X_{S2} der Zylinderschaltensensoren und die Nutzlänge X_{Zyl} sind bekannt.

Ziel der Erfindung ist die Berechnung einer Position X_x bzw. die zugehörige Zeit t_x für den Kolbendurchlauf an der Stelle X_x , von der aus die Reversierpumpe umgesteuert werden muss, damit ein vollständiger Kolbenhub ohne hartes Anschlagen am Zylinderboden erzielt werden kann. Diese Position ist abhängig von der Fördermenge, jedoch unabhängig von der Position der Zylinderschaltensensoren (vgl. Fig. 4). Die Geschwindigkeit V_K des Kolbens ergibt sich aus der Nutzungslänge X_{Zyl} und der Hubzeit t_{Hub} sowie den Beschleunigungs- und Bremswegen und -zeiten X_{Beschl} , X_{Brems} , t_{Beschl} , t_{Brems} zu:

$$V_K = \frac{X_{Zyl} - X_{Beschl} - X_{Brems}}{t_{Hub} - t_{Beschl} - t_{Brems}}$$

Der Brems- oder Auslösepunkt für die Umsteuerung ergibt sich zu:

$$X_x = X_{Zyl} - X_{Brems}$$

- 9 -

wobei zur Vereinfachung von einer konstanten Bremsbeschleunigung b_{brems} ausgegangen wird:

$$t_{\text{brems}} = V_K / b_{\text{brems}}.$$

5

Hieraus ergibt sich

$$X_x = X_{\text{Zyl}} - \frac{1}{2} \cdot \frac{V_K^2}{b_{\text{brems}}}.$$

10 Der Bremszeitpunkt bestimmt sich demgemäß zu

$$t_x = t_{\text{Hub}} \cdot \frac{X_x}{X_{\text{Zyl}}}.$$

Eine genauere Bestimmung des Auslösezeitpunkts ist möglich, wenn zusätzlich die Informationen des Kolbendurchlaufs durch die Schalterpositionen S_1 bzw. S_2 hinzugenommen werden. So errechnet sich beispielsweise die Zeit zwischen dem Hubanfang und dem Schalter 1 zu

15

$$t_{xS_1} = \frac{X_{S_1}}{X_{\text{Zyl}}} \cdot t_{\text{Hub}}$$

20

Für die Auslösezeit vom Schalter 1 aus ergibt sich ein Wert

$$\Delta t_{x1} = t_x - t_{xS_1}$$

25 Entsprechendes gilt für die Position x_{S_2} des Zylinderschaltensors S_2 :

$$\Delta t_{x2} = t_x - t_{xS_2}$$

- 10 -

Falls die Schalter S_1 bzw. S_2 vor dem Auslösezeitpunkt überfahren werden, wird die Zeit Δt_{x1} bzw. Δt_{x2} nach dem Überfahren des Zylinderschaltensors beginnen. Liegen die Zylinderschaltensoren hinter der Auslöseposition, so wird die Auslösezeit ab Hubbeginn berechnet.

5

Analog zu den vorstehend beschriebenen Berechnungsmethoden kann der Auslösezeitpunkt auch bei einer Änderung der Fördermenge bestimmt werden. Dazu ist die Nutzlänge X_{zy} in Abhängigkeit von der Fördermengenänderung aufzuteilen und die neue Geschwindigkeit V_K des Kolbens für die
10 Berechnung der Bremszeit anzusetzen. Diese ist aufgrund der vorgegebenen Fördermenge bekannt.

Das Flussdiagramm der Mess- und Auswerteroutine 40 in Fig. 5 veranschaulicht die Mess- und Steuerungsvorgänge während der Kolbenbewegung in
15 den Arbeitszylindern. An den Positionen S_1 und S_2 der Zylinderschaltensoren wird der Zeitpunkt t_{s1} und t_{s2} des vorbeilaufenden Kolbens ermittelt und daraus die theoretische Hubzeit t_{Hub} berechnet. Falls zwischendurch die Fördermenge geändert wird, wirkt sich dies auf die Hubzeit t_{Hub} und damit auch auf die Kolbengeschwindigkeit aus. Diese Werte werden dann berücksichtigt
20 bei der Berechnung der Auslösezeit, die schließlich im Zeitpunkt t_x bzw. Δt_x zur Auslösung der Umsteuerbewegungen in der Rohrweiche und in der Reversierpumpe führen.

Um einen sicheren Betontransport auch beim Ausfallen des einen oder anderen Zylinderschaltensors S_1, S_2 zu gewährleisten, wird parallel zu den Ereignismessungen an den Zylinderschaltensoren eine Vorhaltezeit für die
25 Hubzeit vorgegeben, die unabhängig von den Messvorgängen an den Zylinderschaltensoren über einen Parallelzweig eine Umsteuerung der Rohrweiche und der Reversierpumpe auslösen kann.

30

Zusammenfassend ist folgendes festzuhalten: Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Steuerung einer Zweizylinder-

- 11 -

Dickstoffpumpe, deren Förderkolben mittels einer hydraulischen Reversierpumpe 6 und über diese angesteuerter hydraulischer Antriebszylinder im Gegentakt betätigt werden. Die Förderzylinder 50, 50' werden bei jedem Druckhub über eine Rohrweiche 56 mit einer Förderleitung 58 verbunden.

5 Bei Beendigung eines jeden Druckhubs wird ein Umsteuervorgang der Reversierpumpe 6 und der Rohrweiche 56 ausgelöst. Um auch bei Änderung der Förderleistung eine gezielte Umsteuerung der Reversierpumpe und der Rohrweiche zu erreichen, bei denen eine vollständige Entleerung der Förderzylinder ohne Kolbensschläge in den Antriebszylindern gewährleistet ist,

10 wird gemäß der Erfindung vorgeschlagen, dass eine rechnergestützte Umsteuereinrichtung vorgesehen ist, die eine Mess- und Auswerteroutine zur messtechnischen und/oder rechnerischen Erfassung des zeitlichen Bewegungsablaufs der Kolben auf ihrem Weg zwischen den beiden Zylinderenden sowie zur Berechnung eines hieraus abgeleiteten Auslösezeitpunkts für die

15 nächste Umsteuerung der Reversierpumpe und der Rohrweiche aufweist.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Steuerung einer Dickstoffpumpe mit zwei über stirnseitige Öffnungen (52) in einen Materialaufgabebehälter (54) mündenden, 5 mittels mindestens einer hydraulischen Reversierpumpe (6) und über diese angesteuerter hydraulischer Antriebszylinder (5,5') im Gegentakt betätigbaren Förderzylindern (50,50'), mit einer innerhalb des Materialaufgabebehälters (54) angeordneten, eintrittsseitig abwechselnd an die Öffnungen (52) der Förderzylinder (50,50') anschließbaren und die jeweils andere Öffnung freigebenden und austrittsseitig mit einer Förderleitung (58) verbundenen, hydraulisch betätigbaren Rohrweiche (56), 10 wobei die Antriebszylinder (5,5') an ihrem einen Ende über je eine Hydraulikleitung (11,11') mit einem Anschluß der Reversierpumpe (6) und an ihrem anderen Ende über eine Schaukelölleitung (12) miteinander hydraulisch verbunden sind, mit mindestens zwei in vorgegebenen Abständen voneinander und von den stangen- und/oder bodenseitigen Enden der Antriebszylinder (5,5') angeordneten, auf einen vorbeilau- fenden Kolben (8,8') der Antriebszylinder ansprechenden Zylinderschalt- sensoren (20,20';22,22'), und mit einer auf Ausgangssignale aus- gewählter Zylinderschaltensoren ansprechenden Einrichtung (18) zur 20 Umsteuerung der Reversierpumpe (5) und der Rohrweiche (56) nach Ablauf eines jeden Kolbenhubs, **dadurch gekennzeichnet**, dass die rechnergestützte Umsteuereinrichtung eine Mess- und Auswerteroutine zur messtechnischen und/oder rechnerischen Erfassung des zeitlichen Bewegungsablaufs der Kolben auf ihrem Weg zwischen den beiden Zylinderenden sowie zur Berechnung eines hieraus abgeleiteten Auslösezeitpunkts für eine Umsteuerung der Reversierpumpe und der Rohrweiche aufweist.
- 30 2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Mess- und Auswerteroutine einen Algorithmus zur zeitlichen Erfassung des Kolbendurchgangs am Ort der Zylinderschaltensoren sowie zur

- 13 -

- 5 Berechnung eines hieraus abgeleiteten Auslösezeitpunkts für eine Umsteuerung der Reversierpumpe und der Rohrweiche bei jedem Kolbenhub unter Berücksichtigung einer vorgegebenen oder berechneten Bremszeit der Kolben bis zum jeweiligen Endanschlag am Zylinder aufweist.
- 10 3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Mess- und Auswerteroutine einen Algorithmus zur Berechnung der Geschwindigkeit der Kolben auf ihrem Weg zwischen den Zylinderschaltensensoren und eines hieraus abgeleiteten Auslösezeitpunkts für die nächsten Umsteuervorgänge unter Berücksichtigung einer vorgegebenen oder berechneten Bremszeit der Kolben bis zum jeweiligen Endanschlag am Zylinder aufweist.
- 15 4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Mess- und Auswerteroutine auf vorzugsweise über ein Fernsteuerorgan eingestellte Vorgabewerte für die Fördermenge der Reversierpumpe anspricht und einen Algorithmus zur Bestimmung des Verlaufs der Kolbengeschwindigkeit und des daraus abgeleiteten
- 20 Auslösezeitpunkts für die nächsten Umsteuervorgänge nach Maßgabe der augenblicklich eingestellten Vorgabewerte aufweist.
- 25 5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Mess- und Auswerteroutine einen Algorithmus zur Bestimmung der Bremszeit oder des Bremswegs der Kolben nach Maßgabe der momentan gemessenen oder berechneten Kolbengeschwindigkeit und eines daraus abgeleiteten Auslösezeitpunkts für die Umschaltvorgänge aufweist.
- 30 6. Verfahren zur Steuerung einer Dickstoffpumpe mit zwei über stirnseitige Öffnungen (52) in einen Materialaufgabeebehälter (54) mündenden, mittels einer hydraulischen Reversierpumpe (6) und über diese ange-

- 14 -

- steuerter hydraulischer Antriebszylinder (5,5') im Gegentakt betätigbaren Förderzylindern (50,50'), mit einer innerhalb des Materialaufgabebehälters (54) angeordneten, eintrittsseitig abwechselnd an die Öffnungen (52) der Förderzylinder (50,50') anschließbaren und die jeweils andere Öffnung freigebenden und austrittsseitig mit einer Förderleitung (58) verbundenen, hydraulisch betätigbaren Rohrweiche, wobei bei jedem Förderhub in mindestens zwei in vorgegebenen Abständen voneinander und von den stangen- und bodenseitigen Enden der Antriebszylinder befindlichen Sensorpositionen das Vorbeilaufen der Kolben erfaßt und ein Umsteuervorgang der Reversierpumpe (6) und/oder der Rohrweiche (56) ausgelöst wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zeitliche Bewegungsablauf der Kolben auf ihrem Weg zwischen den beiden Zylinderenden gemessen und/oder berechnet und daraus der Auslösezeitpunkt für die jeweils nächsten Umsteuervorgänge abgeleitet wird.
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kolbendurchgänge am Ort der Zylinderschaltensensoren in zeitlicher Relation zueinander erfaßt werden und dass daraus der Auslösezeitpunkt für die jeweils folgende Umsteuerung der Reversierpumpe und der Rohrweiche unter Berücksichtigung einer vorgegebenen oder berechneten Bremszeit der Kolben bis zum jeweiligen Endanschlag am Zylinder berechnet wird.
8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Geschwindigkeit der Kolben auf ihrem Weg zwischen den ausgewählten Zylinderschaltensensoren berechnet und dass hieraus der Auslösezeitpunkt für die jeweils folgende Umsteuerung der Reversierpumpe und der Rohrweiche unter Berücksichtigung einer vorgegebenen oder berechneten Bremszeit der Kolben bis zum jeweiligen Endanschlag am Zylinder abgeleitet wird.

- 15 -

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zeitliche Bewegungsablauf der Kolben über ferngesteuerte Vorgabewerte für die Fördermenge geändert wird, und dass aus dem nach Maßgabe der Vorgabewerte berechneten Bewegungsablauf der Kolben unter Berücksichtigung einer hierdurch modifizierten Bremszeit der Auslösezeitpunkt für die folgenden Umsteuervorgänge abgeleitet wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bremszeit oder der Bremsweg der Kolben aus der gemeinsamen oder berechneten Kolbengeschwindigkeit unter jeweiliger Berücksichtigung der gerätespezifischen Ansprech- und Umschaltzeiten der Reversierpumpe ermittelt und daraus der jeweils nächste Auslösezeitpunkt berechnet wird.

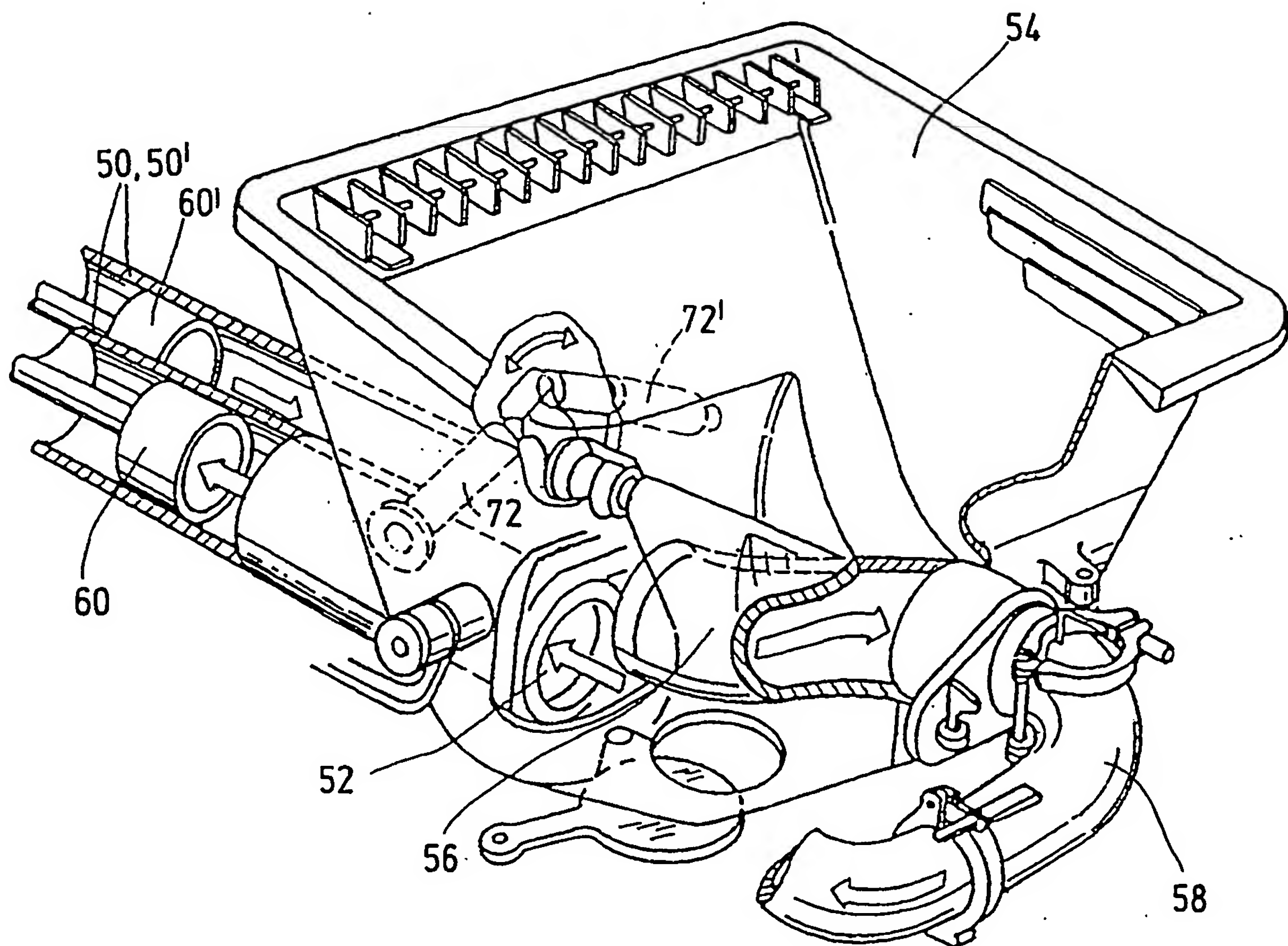


Fig.1

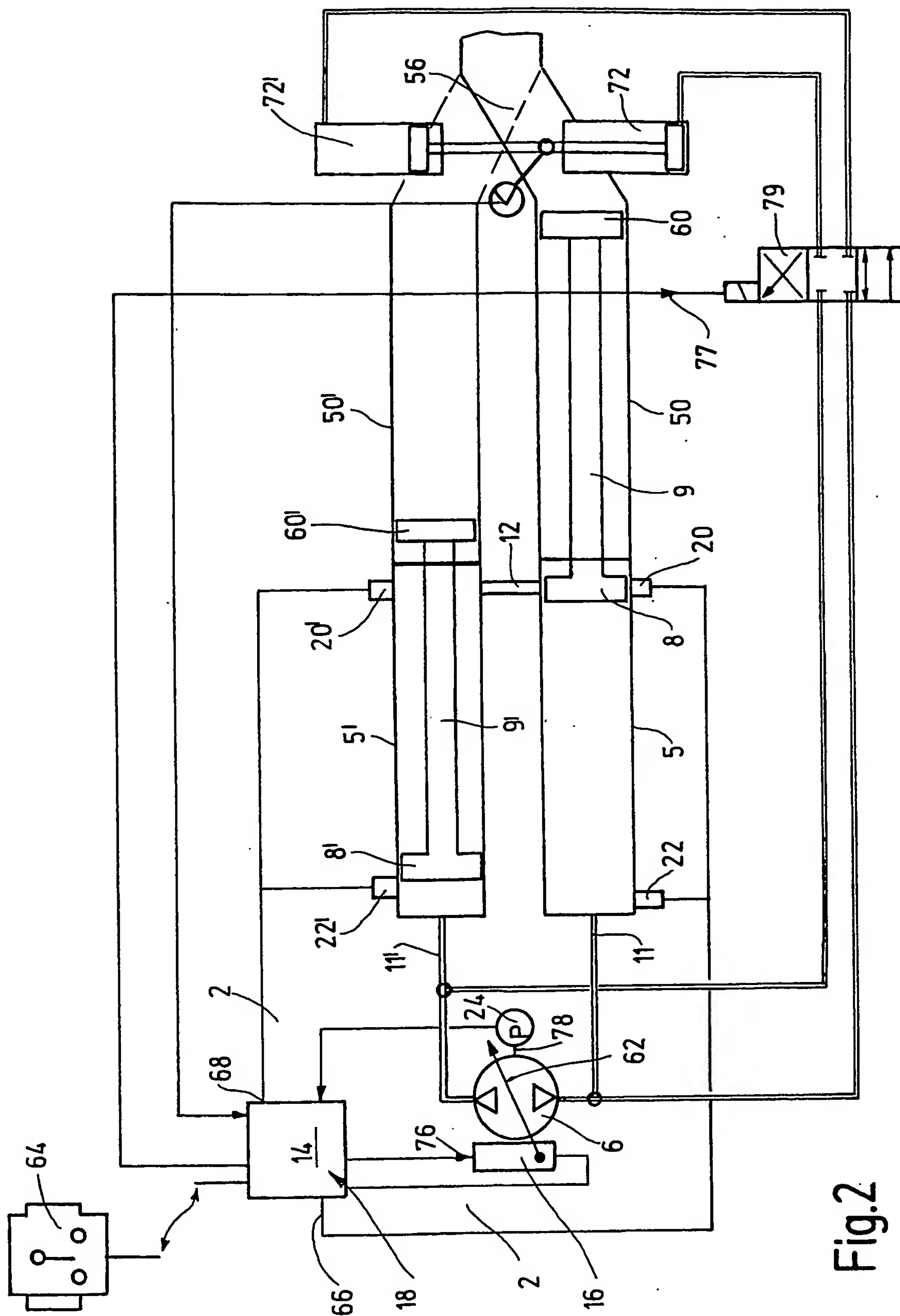


Fig. 2

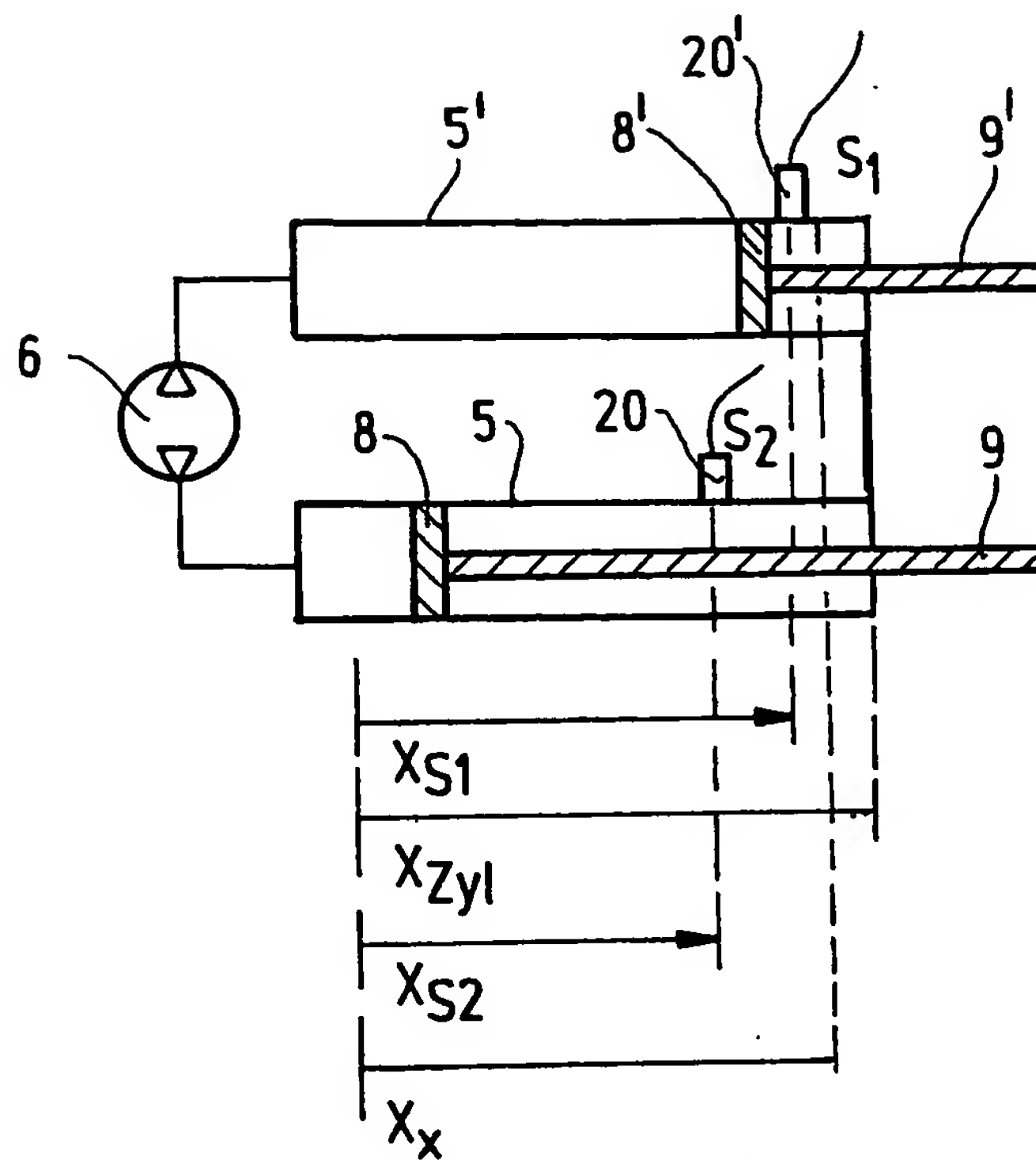


Fig.3

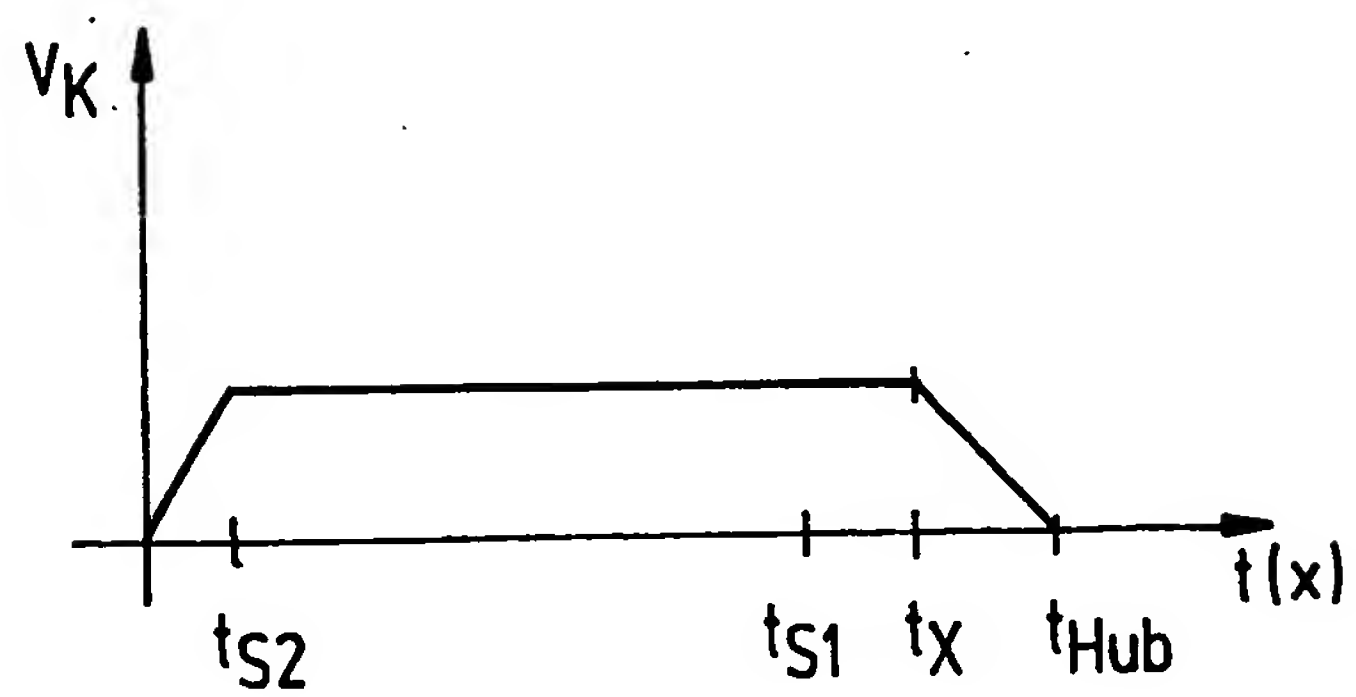


Fig.4

4 / 4

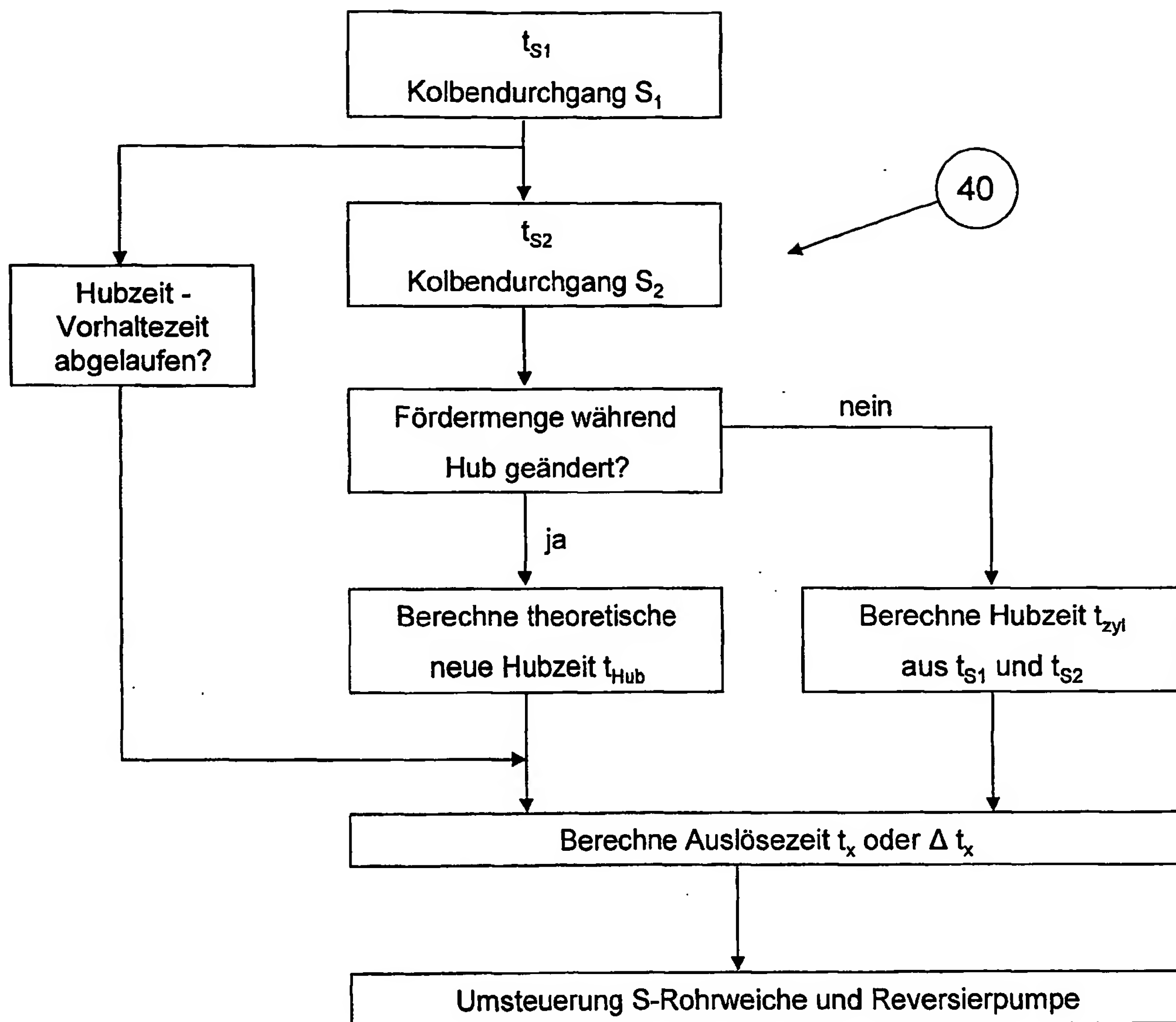


Fig. 5

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F04B7/02 F04B9/117 F04B15/02 F04B49/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 F04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 42 06 576 A1 (PUTZMEISTER-WERK MASCHINENFABRIK GMBH) 9 September 1993 (1993-09-09) column 2, line 1 - column 3, line 11 column 6, line 19 - column 7, line 13 claim 1 figure 1	1,6
A	EP 0 562 398 A (FRIEDRICH WILH. SCHWING GMBH) 29 September 1993 (1993-09-29) page 2, line 1 - line 53 page 6, line 31 - page 8, line 21 claims 1,2 figure 1	1,6



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 June 2005

Date of mailing of the international search report

21/06/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Gnüchtel, F

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 567 826 A (ABEL-PUMPEN GMBH & CO. KG) 3 November 1993 (1993-11-03) column 2, line 8 - line 42 column 3, line 35 - column 4, line 21 claim 1 figure 1 -----	1,6

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 4206576	A1	09-09-1993	CA 2130437 A1	03-09-1993
			WO 9318301 A1	16-09-1993
			EP 0632866 A1	11-01-1995
			US 5578752 A	26-11-1996
EP 0562398	A	29-09-1993	AT 139824 T	15-07-1996
			CA 2092065 A1	22-09-1993
			DE 59303049 D1	01-08-1996
			EP 0562398 A1	29-09-1993
			ES 2090741 T3	16-10-1996
			GR 3021021 T3	31-12-1996
			JP 6042452 A	15-02-1994
			US 5388965 A	14-02-1995
			US 5507624 A	16-04-1996
EP 0567826	A	03-11-1993	DE 4214109 A1	04-11-1993
			DE 9207016 U1	23-07-1992
			EP 0567826 A2	03-11-1993
			JP 7004351 A	10-01-1995

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 F04B7/02 F04B9/117 F04B15/02 F04B49/06

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F04B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 42 06 576 A1 (PUTZMEISTER-WERK MASCHINENFABRIK GMBH) 9. September 1993 (1993-09-09) Spalte 2, Zeile 1 - Spalte 3, Zeile 11 Spalte 6, Zeile 19 - Spalte 7, Zeile 13 Anspruch 1 Abbildung 1	1,6
A	EP 0 562 398 A (FRIEDRICH WILH. SCHWING GMBH) 29. September 1993 (1993-09-29) Seite 2, Zeile 1 - Zeile 53 Seite 6, Zeile 31 - Seite 8, Zeile 21 Ansprüche 1,2 Abbildung 1	1,6

-/--

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E Älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

13. Juni 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

21/06/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Gnüchtel, F

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 567 826 A (ABEL-PUMPEN GMBH & CO. KG) 3. November 1993 (1993-11-03) Spalte 2, Zeile 8 - Zeile 42 Spalte 3, Zeile 35 - Spalte 4, Zeile 21 Anspruch 1 Abbildung 1 -----	1,6

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4206576	A1	09-09-1993	CA 2130437 A1	03-09-1993
			WO 9318301 A1	16-09-1993
			EP 0632866 A1	11-01-1995
			US 5578752 A	26-11-1996
EP 0562398	A	29-09-1993	AT 139824 T	15-07-1996
			CA 2092065 A1	22-09-1993
			DE 59303049 D1	01-08-1996
			EP 0562398 A1	29-09-1993
			ES 2090741 T3	16-10-1996
			GR 3021021 T3	31-12-1996
			JP 6042452 A	15-02-1994
			US 5388965 A	14-02-1995
			US 5507624 A	16-04-1996
EP 0567826	A	03-11-1993	DE 4214109 A1	04-11-1993
			DE 9207016 U1	23-07-1992
			EP 0567826 A2	03-11-1993
			JP 7004351 A	10-01-1995